

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭61-143709

⑯ Int.Cl.⁴

G 02 B 7/11
21/00
21/24

識別記号

庁内整理番号

D-7448-2H
7370-2H
7370-2H

⑬ 公開 昭和61年(1986)7月1日

審査請求 有 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 焦点調節装置

⑯ 特 願 昭60-207799

⑯ 出 願 昭53(1978)12月5日

⑯ 特 願 昭53-149686の分割

⑯ 発明者 岡田 正思 千葉県印旛郡四街道町吉岡49

⑯ 発明者 秋山 裕爾 川崎市高津区新作1-58

⑯ 発明者 河田 孝治 川崎市中原区今井南町492-301

⑯ 発明者 河原 厚 東京都世田谷区上野毛4-10-5

⑯ 出願人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑯ 代理人 弁理士 岡部 正夫 外2名

明細書

1. 発明の名称

焦点調節装置

2. 特許請求の範囲

試料を観察するための対物光学系と；該対物光学系によつて形成された前記試料からの光像が最もコントラストよく結像すべき位置を所定の結像面としたとき、該結像面の前方の所定の距離だけ離れた位置に形成される光像と、前記結像面の後方の所定の距離だけ離れた位置に形成される光像との夫々を光電検出するイメージセンサと；、両光像の光強度に応じた電気信号の差信号が所定値になるよう、前記対物光学系と試料との間隔を調整する間隔調節手段とを有する装置において、前記対物光学系の倍率の切りかえにともなつて、前記差信号にデツドゾーンが生じないように前記所定の結像面と前記イメージセンサとの間の光路長を可変にする手段を設けたことを特徴とする焦点調節装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は焦点調節装置に係り、特に顕微鏡の自動焦点調節装置の改良に関するものである。

(発明の背景)

従来の顕微鏡の自動焦点調節装置の例においては、結像点の前後のインフォーカスとアウトフォーカスの位置に1次元イメージセンサが配置されている。イメージセンサからの像出力のうち高周波成分が最大となるのはイメージセンサ上に像が結像された時である。試料ステージの移動に対するインフォーカス用とアウトフォーカス用イメージセンサからの高周波成分出力が結像点に関して対称的であるとすると、両出力の高周波成分の差信号をとればそのゼロ・クロツシングポイントが結像点であるといえる。

一般に顕微鏡による試料の観察の際は、低倍率(例えば10倍)の対物レンズや、高倍

率(例えば100倍)の対物レンズ等を切りかえて使用することが多い。このように対物レンズの倍率を切りかえた場合、従来の装置においてはゼロ・クロツシングポイントが良好に判断できない程、差信号が歪むといった欠点があつた。

(発明の目的)

本発明は上記欠点を解決し、対物レンズの倍率を切りかえた場合でも、良好な焦点検出が可能な焦点調節装置を得ることを目的とする。

(発明の概要)

本発明は、所定の結像面の前方の所定の距離だけ離れた位置に形成される光像と、所定結像面の後方の所定の距離だけ離れた位置に形成される光像との夫々を光電検出するイメージセンサと、所定の結像面との間の光路長を、対物レンズの倍率切りかえに伴つて可変にする手段を設け、差信号にテツドゾーンが生じないようにして、ゼロ・クロツシングポ

ーメージセンサ7が配置されている。イメージセンサ6はイメージセンサ駆動回路11により走査され、光像出力はサンプルホールド回路12を経由しバンドパスフィルタ13を通してされる。このバンドパスフィルタ13により光像の高周波成分がとり出され、実効値積分回路14によりその高周波成分の実効値が積分される。その実効値積分値は増幅器15により適当に増幅された後、差動増幅回路16の一方の入力に印加される。一方イメージセンサ7上の光像出力も上述と全く同様の電気的処理を経て差動増幅回路16の他方の入力に印加される。(第1図においてはイメージセンサ7の電気信号処理系はイメージセンサ6の電気信号処理系と同じであるので省略して示されている。)

第2図にイメージセンサ上の光像とその電気的信号処理の様子を示す。第2図(A)は一本の直線からなる試料4を上下に移動させた時の1次元イメージセンサ上の光像を示すが、

イントを明瞭にすることを技術的要點としている。

(実施例)

第1図に本発明による自動焦点調節装置の構成の実施例100を示す。実施例100は落射照明の金属顕微鏡に応用したものであるが透過照明の場合でも同様の構成を得る事は可能である。ステージ上下移動ハンドル2によつてステージ1上の試料4が焦点を合わせるために上下に移動される。落射照明装置3が試料4を照明している。試料4から反射された照明光は対物レンズ32により結像され、ビームスプリッタ5を透過したものはAに、反射したものはA'に結像する。第1図に示されたAとA'の位置を焦点位置(観察の際、像がもつともコントラストよく結像すべき面)とすると、Aより後方に距離 μ の位置のアウトフォーカスにアウトフォーカス用イメージセンサ6、そしてA'より前方に距離 μ' の位置のインフォーカスにインフォーカス用イ

中央の光像でイメージセンサ上に結像している。イメージセンサの走査は矢印で示されている方向である。第2図(B)は光像の光-電気変換出力であり、第2図(C)はバンドパスフィルタ13の出力で高周波成分が抽出されたものであり、第2図(D)はその実効値積分出力を示す。それは、図示のごとくイメージセンサ上に結像した時、最大値となる曲線である。第2図(E)にアウトフォーカス用イメージセンサ上とインフォーカス用イメージセンサ上の実効値出力22と23を試料4の上下の移動に対する関数として示す。アウトフォーカスとインフォーカスの位置は結像点の上下に位置しているから、その出力は第2図(E)において結像位置の左右にその最大値を有する曲線となる。出力曲線22と23は差動増幅回路16で差動的に加算されるので、差信号は第2図(E)の実線21のようになる。出力曲線22と23とが結像点に関して対称であるならば差信号曲線21のゼロ・クロツシングポ

イント 2 4 は結像点位置に対応する。従つて差信号をサーボモータ 1 7 に帰還してステージ上下ハンドル 2 を駆動すれば自動焦点制御が可能になる。

しかし、この制御方法はアウトフォーカスとインフォーカス位置での光像出力が対称である事を前提としているが、実際には第3図(A)のように結像点 A の前後のアウトフォーカスとインフォーカス上の像 B と C はその大きさが異なる。第3図(A)において 4 は試料、3 2 は対物レンズである。センサの長さが同じであればとらえる情報量はインフォーカス位置の方が多くなってしまう。又対物レンズの性質上アウトフォーカス像の方がコントラストが悪いので結果として第3図(B)のような実効値積分出力となる。即ち、アウトフォーカス用イメージセンサ 6 の実効値出力曲線 3 6 はインフォーカス用イメージセンサ 7 の実効値出力曲線 3 7 より出力レベルが低く、従つてその差信号曲線 3 8 は結像点でゼロ・クロ

のピーク位置が大きくずれて差出力曲線 4 0 の中央附近にデッドゾーン 0 が生じてしまう。即ちデッドゾーン 0 の範囲では差出力はほとんどゼロであるからデッドゾーン 0 の範囲において制御不能となる。従つて本発明においては、結像点からイメージセンサへの距離(光路長) μ と μ' を対物レンズの倍率の切り換えに伴つて可変にする装置 5 0 を含み、サーボ制御をかけやすくしている。

又、高倍率になるに従いイメージセンサ上の光像の強度が減少しサーボ制御に必要な電気的出力が得られなくなるおそれがある。従つて、本実施例においては差出力の大きさを一定に保つために対物レンズ切換と同時に第1図の増幅器 1 4 の利得を切り換える装置を含む。これは光学的に ND フィルタを光路中に出し入れしても同様の結果を得ることができる。

電気的出力の大小は又試料 4 の反射率又は透過率に依存する。本発明においては、第1

ツシングしなくなる。第3図(B)において 2 4 と 2 4' の位置のずれが焦点誤差となる。このため本実施例では、第1図においてインフォーカス用イメージセンサ 7 の手前に像拡大用凹レンズ 8 を挿入している。この部分についての構成を第3図(C)に示す。拡大される前のインフォーカス位置の像を C とすると凹レンズ 8 により拡大された像を C' とする。そしてアウトフォーカス位置の像 B と像 C' の大きさを同じようにすることにより、両イメージセンサからの出力は結像点に関し対称となりそのゼロ・クロツシングポイントが焦点位置に対応し精度のよい制御が可能となる。

さて、本発明の構成において各センサ 6、7 は結像点より所定の距離 μ と μ' の位置に配置されている。高倍率(例えば 100 \times)で第2図(E)のように各イメージセンサ 6 と 7 からの出力曲線が都合よく重なるように距離 μ と μ' を設定すると、低倍率(例えば 10 \times)では第4図の出力曲線 4 1 と 4 2 のようにそ

の出力平均化回路 1 8 でイメージセンサの出力平均を取り、その出力平均値で AGC 回路 1 9 を制御して増幅器 1 5 の利得を制御している。この場合は前述の倍率の変化に伴う光像強度の変化に対しても同時に調節することが可能である。

試料 4 について生物標本等の方向性のないものはさしつかえないが IC パターン等のように方向性のあるものにおいては 1 次元イメージセンサの走査方向とパターンの方向性が一致するとイメージセンサからの出力が得られなくなるおそれがある。従つて本実施例においてはイメージセンサの走査方向、即ちイメージセンサの配置方向を可変することができる装置を含む。第5図の実施例では、試料 4 は試料ステージの X 方向と Y 方向に方向性を有しているのでイメージセンサは X 方向と Y 方向に 45° の角度で配置されている。

(発明の効果)

以上に開示された改良された焦点調節装置

によれば、対物レンズの倍率切りかえにかかわらず、常に精度の高い焦点合せが可能となる効果を得ることができた。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明を金属顕微鏡に応用した自動焦点調節装置の実施例を示す構成図、第2図はステージの上下の移動に対する電気的出力の様子を示す図、第3図はインフォーカス位置とアウトフォーカス位置の光像の大きさの相違と、その補正手段を示す図、第4図は結像点とインフォーカス及びアウトフォーカスの位置との距離が大きすぎる場合の電気的出力を示す図、第5図は試料に方向性がある場合のイメージセンサの配置を示す図である。

〔主要部分の符号の説明〕

対物光学系 …… 3 2

第1のイメージセンサ …… 6

第2のイメージセンサ …… 7

電気回路 …… 11、12、13、14、15、16、
18、19
サーボ装置 …… 17、2
イメージセンサの光路長可変手段 …… 5 0

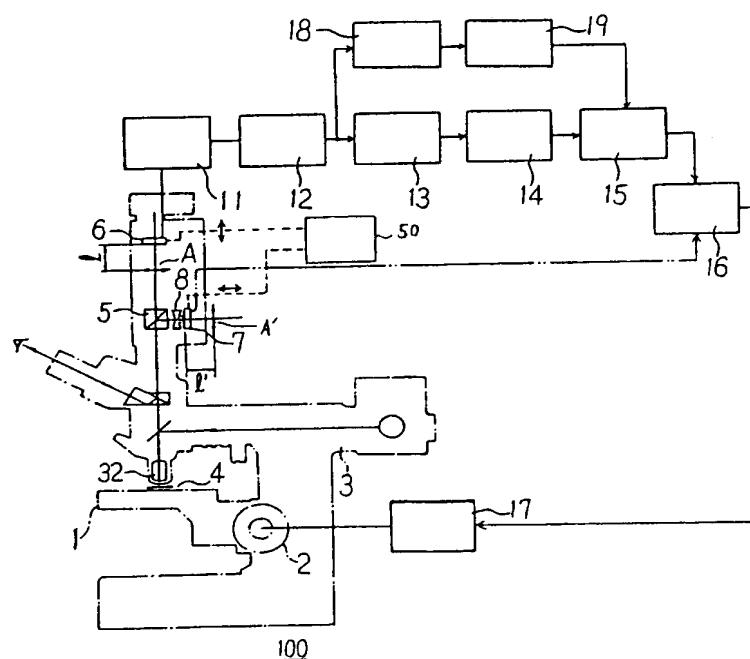
出願人 日本光学工業株式会社

代理人 岡 部 正 夫

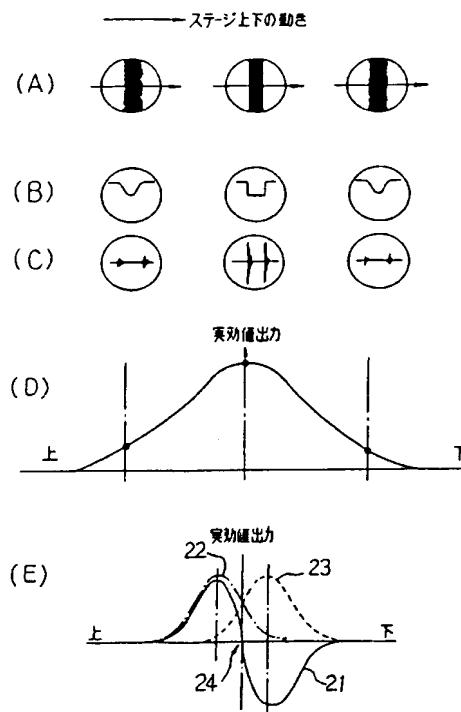
安 井 幸 一

井 上 義 雄

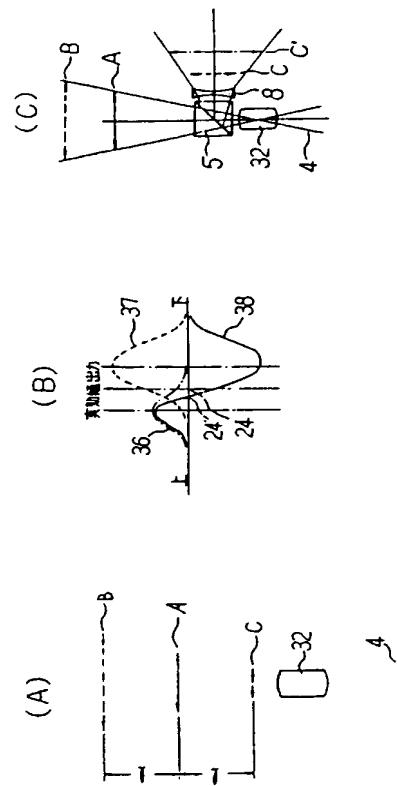
第1図



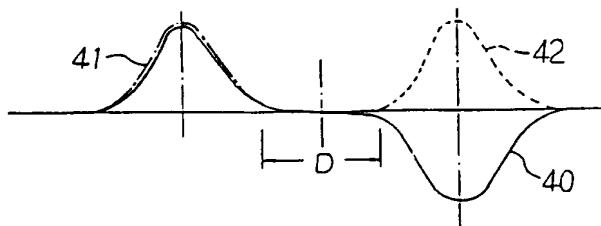
第2図



第3図



第4図



第5図

